

Koło Naukowe Optyki i Fotoniki na konferencji DOC/LaserLab Training School - budowanie międzynarodowej społeczności specjalistów nauk optycznych

Piotr Ciąćka, V rok (III. st), Wydział Fizyki, fizyka, tel. (22) 55 32 330, pciacka@fuw.edu.pl

Michał Jachura, V rok, Wydział Fizyki, fizyka

Koło Naukowe Optyki i Fotoniki, Wydział Fizyki UW

Streszczenie

Koło Naukowe Optyki i Fotoniki podsumowuje dotychczasową działalność w aspekcie współpracy naukowej i wymiany doświadczeń pomiędzy młodymi adeptami optyki i fotoniki z kraju i ze świata. Okazją jest zakończona niedawno konferencja *Developments in Optics and Communications*, z której reprezentacja Koła wróciła z dwiema nagrodami.

Summary in English

After winning two awards at a recent *Developments in Optics and Communications* young scientists conference, Koło Naukowe Optyki i Fotoniki (Optics and Photonics Scientific Circle) reviews its recent activities with a focus on growth through sharing knowledge and experiences with fellow young optics adepts around the world.

Zakończona niedawno odbywająca się w Rydze konferencja dla młodych naukowców *Developments in Optics and Communications*, z której reprezentacja Koła Naukowego Optyki i Fotoniki wróciła z dwiema nagrodami, stanowi dobrą okazję do podsumowania dotychczasowej działalności Koła, szczególnie w aspekcie krajowej i międzynarodowej współpracy naukowej, wymiany doświadczeń pomiędzy młodymi adeptami optyki i fotoniki z całego świata i budowania międzynarodowej społeczności przyszłych specjalistów nauk optycznych.

Prezentacja Koła Naukowego Optyki i Fotoniki

Koło Naukowe Optyki i Fotoniki (KNOF) powstało na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego na początku 2011 roku z inicjatywy studencko-doktoranckiej. Celem założycieli było wspieranie i zachęcanie studentów i doktorantów Wydziału Fizyki UW do

aktywności naukowej w dziedzinie optyki i fotoniki. Optyka to, w opinii założycieli i członków koła, wspaniała i dynamicznie rozwijająca się dyscyplina fizyki, często niesłusznie kojarząca się młodym studentom tylko z soczewkami bądź, co gorsza, leczeniem wad wzroku. Koło powstało, by propagować i umożliwić uczestnictwo w realizowanych na Wydziale Fizyki badaniach naukowych na wysokim poziomie w takich dziedzinach jak konstruowanie laserów femtosekundowych, pamięci kwantowe, informatyka i kryptografia kwantowa czy terawatowe impulsy laserowe. Poza tym, istniała potrzeba usprawnienia komunikacji pomiędzy studentami różnych zakładów na Wydziale Fizyki, nierzadko korzystających z tych samych narzędzi i mówiących, w cudzysłowie, tym samym językiem, a jednak nie znających się bądź nie współpracujących. Dalsza działalność Koła to wyjście poza Wydział i tworzenie kontaktów z naukowcami w kraju i zagranicą.

Koło od początku działa jako *student chapter* Optical Society of America (OSA). Jest to prężnie działająca międzynarodowa organizacja zrzeszająca profesjonalistów nauki i przemysłu z dziedzin optycznych, która mimo amerykańskich korzeni rozrosła się do tego stopnia, że coraz rzadziej używa rozwinięcia skrótu OSA, posługując się chętniej nazwą OSA - The Optical Society. Jest to obecnie największa organizacja optyczna zrzeszająca ponad 100 krajów i obejmująca wiele dyscyplin naukowych takich jak fizyka, biologia, metrologia, medycyna, inżynieria itp. Od początku XX wieku do chwili obecnej sprzyja rozwojowi nauki i technologii zrzeszając ponad 16 tys. członków indywidualnych i ponad 230 współpracujących firm.

W połowie 2012 roku do międzynarodowych organizacji, z którymi współpracuje KNOF, dołączyło SPIE - The International Society for Optical Engineering. Stowarzyszenie to nieco bardziej niż OSA ukierunkowane jest na współpracę z przemysłem i stawia sobie za cel poszerzanie wiedzy o świetle oraz interdyscyplinarną pracę nad nowymi, praktycznymi zastosowaniami optyki. W ramach KNOF działa *University of Warsaw SPIE Student Chapter*.

Wsparcie dwóch międzynarodowych organizacji przynosi Kołu liczne korzyści. Koło może zabiegać o granty OSA lub SPIE na wymyślone przez siebie projekty (*activity grants*). Samo przygotowanie propozycji grantowej to dla członków Koła okazja do rozwijania swoich umiejętności w tym zakresie - a jak wie każdy naukowiec, staranie się o granty i pisanie wniosków o finansowanie projektów naukowych to coraz istotniejsza część jego działalności. Kreatywny student, mający wizję projektu, który mogłoby zrealizować Koło, musi posiadać umiejętność lapidarnego przedstawienia decydującym w OSA lub SPIE swojego pomysłu,

uwypuklając jego znaczenie dla rozwoju Koła i przekonując, że projekt da się zrealizować zgodnie z zamierzeniami. Jest to wspaniały poligon doświadczalny umiejętności miękkich, z pożytkiem dla dalszej kariery młodego adepta optyki.

Jednym ze wspartych w ten sposób projektów Koła jest konkurs *Optics Challenge*, który odbył się dotychczas w trzech edycjach. Adresowany do studentów I. i II. roku, polega on na rozwiązywaniu niekonwencjonalnych i nie-podręcznikowych zadań z optyki (wymyślanych przez członków Koła), w których nacisk położony jest na kreatywne rozwiązywanie problemów. Pomysł trafił na Wydziale Fizyki na podatny grunt - do młodych studentów przemówiła formuła konkursu, umożliwiająca zdrową, umysłową rywalizację, sprawdzenie samego siebie, obcowanie z prawdziwymi problemami, które rozwiązują naukowcy w ramach swojej pracy badawczej, oraz - co jest nie bez znaczenia - zdobycie cennych nagród rzeczowych. W zależności od edycji stający na podium zawodnicy otrzymywali czytniki e-booków, tablety, bądź pokrycie kosztów udziału w międzynarodowej konferencji naukowej - często pierwszej w ich życiu.

Często uczestnicy *Optics Challenge* wiążą się z optyką na dłużej. Wcześniej zaczynają pracę badawczą w którymś z laboratoriów w Zakładzie Optyki (jest to mile widziane i zawsze znajdzie się jakieś ciekawe zadanie badawcze czy inżynierskie dla najmłodszych nawet studentów). Nierzadko zostają dłużej, aby zrealizować na optyce swoją pracę licencjacką, a później magisterską.

Koło organizuje także regularne wykłady wygłaszane przez wiodących uczonych z kraju i zagranicy. W zapraszaniu tych ostatnich pomaga nam program *travelling lecturer*, oferowany zarówno przez OSA, jak i SPIE. Najlepsi specjaliści w swoich dziedzinach, nierzadko zdobywcy Nagrody Nobla, mogą przyjechać na Wydział Fizyki na koszt wspomnianych organizacji. Aby w pełni wykorzystać wizytę gościa z światowej elity naukowej, Koło proponuje organizację całodniowych warsztatów. Dłuższa niż typowy wykład forma stwarza okazję do większej interakcji z prowadzącym i umożliwia rozbudowaną dyskusję poruszanych problemów.

KNOF widzi potrzebę propagowania optyki i fotoniki również poza wąską grupą zainteresowanych specjalistów. Angażuje się zatem w przedsięwzięcia popularyzatorskie, takie jak Piknik Naukowy Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik. Oprócz samej prezentacji, członkowie Koła sami wymyślają i realizują (często sporym wysiłkiem inżynierskim) stanowiska pokazowe, prezentujące rzadko spotykane poza laboratorium

zjawiska, bądź zdradzające tajniki działania szeroko stosowanych w życiu codziennym urządzeń optycznych.

Ostatnio, czym zdziwieni są sami członkowie Koła, KNOF wkroczył na nową dla siebie dziedzinę - komercjalizacji wiedzy i współpracy z przemysłem optycznym. W krótkim czasie pojawiły się dwie propozycje kooperacji - jedna polska, druga z zagranicy - obie w dziedzinie projektowania układów optycznych. Czas pokaże, jak rozwinie się ta domena działalności Koła, ciekawe jest jednak, że dotychczas świadczenie usług projektowych nie było przez KNOF aktywnie uprawiane. Wydaje się jednak, że zróżnicowany profil umiejętności naszych członków umożliwia podjęcie tego typu wyzwań.

Integracja środowiska naukowego to ważny aspekt działalności KNOF. Koło liczy więcej niż 20 aktywnych członków, zajmujących się różnymi dziedzinami badań: zrzesza zarówno optyków kwantowych pracujących z pojedynczymi fotonami w bardzo słabych wiązках laserowych, jak i konstruktorów wzmacniaczy laserowych, dla których chleb powszedni to niezwykle intensywne impulsy światła. Szybko okazało się, że niezależnie od specjalności i tematu badań, członkowie Koła posługują się podobnymi narzędziami (aparaturą naukową oraz opisem matematycznym), co jednocześnie tworzy potrzebę interdyscyplinarnej wymiany doświadczeń, oraz ją ułatwia. Koło postanowiło stworzyć społeczność młodych specjalistów nauk optycznych, ludzi obecnie rozsianych po różnych laboratoriach, wydziałach lub uczelniach nierzadko niemających ze sobą kontaktu, a w przyszłości z dużym prawdopodobieństwem tworzących trzon polskiej nauki. Nawiązaliśmy współpracę z *student chapterami* OSA i SPIE na innych uczelniach, wśród których ze względu na bliskie relacje warto wymienić Politechnikę Warszawską, Politechnikę Wrocławską, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu i Uniwersytet Jagielloński.

Kontakty naukowe szybko wyszły poza środowisko krajowe. Dzięki wsparciu odpowiednich instytucji na Uniwersytecie Warszawskim oraz grantów wyjazdowych OSA i SPIE, członkowie Koła mają możliwość prezentowania swojej działalności naukowej na międzynarodowych konferencjach. Ostatnio taka okazja przydarzyła się przy okazji konferencji *Developments in Optics and Communications*.

Konferencja *Developments in Optics and Communications*

W dniach 9 – 12 kwietnia w Rydze odbyła się konferencja naukowa *Developments in Optics and Communications* (DOC). Była to dziesiąta z corocznego cyklu konferencji

organizowanych przez Uniwersytet Łódzki, które dedykowane są dla młodych naukowców stawiających pierwsze kroki na swojej naukowej ścieżce. Głównym źródłem finansowania konferencji była inicjatywa Laserlab Europe, której zadaniem jest wyrównywanie poziomu instytucji naukowych wewnątrz Unii Europejskiej, ze szczególnym naciskiem na państwa Europy Środkowo-Wschodniej. Inicjatywa ta jest częścią Siódmego Programu Ramowego UE, będącego próbą integracji unijnej w dziedzinie badań i rozwoju naukowego.

W konferencji licznie uczestniczyli studenci z krajów europejskich nawet tak odległych, jak Portugalia, czy Włochy. Z oczywistych względów najwięcej studentów pochodziło z uczelni łódzkich, bardzo licznie jednak reprezentowane było również środowisko naukowców z Polski, którzy pod względem frekwencji zajmowali drugie miejsce. Oprócz studentów Koła Naukowego Optyki i Fotoniki, prezentacje swoich badań w formie plakatu bądź wystąpienia ustnego przedstawili studenci z Uniwersytetu Jagiellońskiego, Politechniki Warszawskiej, Politechniki Gdańskiej oraz Wojskowej Akademii Technicznej.

Wystąpienia konferencyjne były zgrupowane w ramach pięciu bloków tematycznych: „*Laser physics and spectroscopy*”, „*Optics in Communications*”, „*Optical materials and phenomena*”, „*Biophotonics*” oraz „*Vision Science*”. Każdy blok tematyczny rozpoczynał się wykładem światowej klasy eksperta dotyczącym aktualnych badań, problemów oraz wyzwań stojących przed daną dziedziną. Następnie głos zabierali młodszy uczestnicy konferencji, którzy prezentowali szereg wystąpień dotyczących ich pracy naukowej, przedstawiając związek prowadzonych przez nich badań z daną dziedziną oraz ukazując perspektywę potencjalnych zastosowań otrzymanych wyników w przemyśle bądź medycynie.

Poza wykładami poruszającymi aktualne problemy naukowe, część wystąpień poświęcona była również kwestiom dobrych praktyk w pracy naukowca. Na szczególną uwagę zasługiwał wykład prof. Petera E. Andersena, recenzenta prestiżowego czasopisma optycznego *Optics Letters*, który tłumaczył, w jaki sposób należy prezentować swoje wyniki badań, aby stanowiły one atrakcyjną ofertę dla najlepszych czasopism naukowych. Podkreślał on także, jak duże znaczenie we współczesnej nauce ma działalność popularyzatorska, dzięki której większa grupa ludzi może zrozumieć cel badań naukowców oraz wagę wyników, które ci osiągają. Zauważył też, że powszechne zrozumienie tematyki badań ma również wymierną korzyść w postaci łatwiejszego dostępu do środków finansowania naukowej działalności. Na konferencji poruszono również problem bezpieczeństwa pracy z laserami wysokiej mocy, a

także kwestie etyczne w zaawansowanych badaniach biofotonicznych, jak spektroskopia nieliniowa mózgu *in vivo*, które stają się coraz bliższe rzeczywistości.

Oprócz części naukowej organizatorzy konferencji postarali się też o stworzenie dogodnych warunków do wymiany opinii i integracji w mniej formalnej atmosferze. Zarówno pierwszego, jak i ostatniego dnia zorganizowane zostały niewielkie przyjęcia, które pomogły we wzajemnym zapoznaniu się uczestników konferencji. Organizatorzy zaprosili też uczestników na krótką wycieczkę po Rydze, co pozwoliło znacząco przybliżyć tło historyczne miasta oraz poczuć jego niepowtarzalny klimat. Niezwykle ciekawe było też wejście na wieżę telewizyjną, która łącznie z Wieżowcem Akademii Nauk Łotwy stanowi niezwykle ciekawy relikwiarz przeszłości, wciąż górujący nad miastem.

Wystąpienia członków Koła Naukowego Optyki i Fotoniki:

Członkowie Koła Naukowego Optyki i Fotoniki wygłosili podczas konferencji sześć referatów ustnych. Pierwszego dnia w bloku „*Laser physics and spectroscopy*” zaprezentowane zostały referaty Michała Parniaka pt. „*Coherent beams generation by four-wave mixing in rubidium vapours*” (Parniak i in., 2014) oraz Michała Dąbrowskiego pt. „*Spatio-temporal properties of Stimulated Raman Scattering in warm rubidium vapours*” (Dąbrowski i in., 2014). Studenci ci pracują w grupie dr. Wojciecha Wasilewskiego zajmującej się wykorzystaniem par atomowych rubidu do budowy wielodomowych pamięci kwantowych. Ich wyniki dotyczyły procesu mieszania czterech fal oraz korelacji przestrzennych w procesie spontanicznego rozpraszania Ramana. Wnikliwe zrozumienie obydwu tych zjawisk stanowi bardzo ważny element dla potencjalnych zastosowań par rubidu w optyce i informatyce kwantowej.

Tego samego dnia w sesji wieczornej w bloku „*Optics in Communications*”, prezentacje wygłosiło jeszcze trzech członków Koła. Pierwsza z nich zatytułowana „*Fiber integrated optical microstructures*” (Kowalczyk i in., 2014) dotyczyła drukowania trójwymiarowych struktur fotonicznych na końcówkach światłowodu za pomocą metod litograficznych. Wygłosił ją Maciej Kowalczyk, którego tematem badań jest redukcja strat na połączeniach światłowodowych oraz optymalizacja wprzęgania światła do światłowodów za pomocą drukowanych mikrosoczewek. Następny referat pod tytułem „*Quantum camera for multiphoton states imaging*” (Chrapkiewicz i in., 2014), wygłoszony przez Radosława Chrapkiewicza, dotyczył zastosowań ultra-wydajnej kamery do detekcji nieklasycznych stanów światła. W szczególności kamera ta połączona z zewnętrznym wzmacniaczem obrazu,

umożliwia obserwację koincydencji zliczeń pojedynczych fotonów pomiędzy dowolnie wybraną parą pikseli. Czyni to ją potężnym narzędziem badawczym, które wciąż znajduje się w naszych laboratoriach w fazie intensywnych testów. Poniedziałkowe wystąpienia zakończyła prezentacja Michała Jachury zatytułowana: „*High-visibility nonclassical interferencje of photon pairs generated in a multimode nonlinear waveguide*” (Jachura i in., 2014). Dotyczyła ona konstrukcji źródła pojedynczych fotonów o pożądanym właściwościach przestrzennych przy użyciu nieliniowych falowodów wielodomowych. Źródła takie stanowią obecnie podstawę większości dziedzin związanych z optyką kwantową, a ich potencjalne zastosowania rozciągają się od eksperymentów ilustrujących paradoksalne konsekwencje mechaniki kwantowej do optycznych realizacji komputera kwantowego.

Ostatnie wystąpienie ustne członka Koła pt. „*Transmission phase gratings fabricated with direct laser writing as color filters in the visible*” (Nawrot i in., 2014) miało miejsce drugiego dnia konferencji. Umieszczono je w bloku tematycznym „*Optical materials and phenomena*”, a prelegentem był Michał Nawrot. Jego praca związana jest z produkcją siatek dyfrakcyjnych metodą fotolitografii 3D, które mogłyby służyć jako wydajne i niedrogie filtry spektralne w obszarze światła widzialnego.

Ostatniego dnia konferencji odbyła się sesja plakatowa, której tematyka była rozszerzona o metody optyczne w fizyce ciała stałego. Okazję tę wykorzystali Aleksander Bogucki (Bogucki i in., 2014), Justyna Piwowar (Piwowar i in., 2014) oraz Małgorzata Piłat (Piłat i in., 2014), członkowie Koła z Zakładu Fizyki Ciała Stałego, prezentując plakaty dotyczące badań kropek kwantowych i stosowanych w nich metod spektroskopowych. Spośród pozostałych członków Koła czynny udział w sesji brali również Piotr Ciąćka (Ciąćka i in., 2014), którego plakat dotyczył badań efektów koherentnych w absorpcji przejściowej w porfirynach, Łukasz Zinkiewicz (Zinkiewicz i in., 2014) prezentujący skonstruowany przez siebie układ do spektroskopii strat we wnęce, student I. roku Maciej Bartylak (Bartylak i in., 2014) zajmujący się dynamiką powstawania impulsów w iterbowym laserze femtosekundowym, Klaudia Gołos (Kaspczyk i in., 2014) badająca czas zaniku substancji organicznych metodą *pump-probe* oraz Daniel Pęczak (Pęczak i in., 2014), rozważający teoretycznie oddziaływanie światła z materią w atomach rubidu.

Podczas uroczystego zakończenia imprezy nasze wystąpienia zostały docenione przez organizatorów, którzy referatowi Michała Dąbrowskiego przyznali nagrodę za zajęcie 3. miejsca w konkursie na najlepsze wystąpienie konferencyjne. Podobnie, plakat Aleksandra

Boguckiego otrzymał nagrodę za zajęcie 2. miejsca w konkursie na najlepszy poster. W obydwu przypadkach nagrodę stanowiła nagroda pieniężna oraz dyplom. Już niedługo te i zdobyte na wcześniejszych konferencjach dyplomy pojawią się w specjalnej galerii na oficjalnej stronie Koła www.osa.fuw.edu.pl.

Warsztaty Laserlab Europe:

Konferencja odbywała się równolegle z warsztatami dla młodych naukowców *Laserlab III Training School for Potential Users "Laser Applications in Spectroscopy, Industry and Medicine"*. Warsztaty były porcją solidnej praktyki laboratoryjnej pod okiem doświadczonych fachowców. Gospodarz konferencji udostępnił infrastrukturę naukową i wsparcie lokalnych badaczy na użytek kilkugodzinnych bloków ćwiczeniowych, mających na celu zapoznanie uczestników z codziennymi realiami pracy w danej dziedzinie z naciskiem na laboratoryjne "sztuczki", pozwalające np. na dobre ustawienie układu przy oszczędzaniu czasu. Można było zapisać się na jedno z pięciu ćwiczeń, spośród których największym zainteresowaniem wśród członków Koła cieszyło się „*Optically Detected Magnetic Resonance in Nitrogen Vacancy Centers*”. Dotyczyło ono centrów barwnych w diamentach, które są obecnie popularne w badaniach dotyczących współczesnej optyki kwantowej. Długie czasy relaksacji oraz stosunkowo prosta struktura poziomów energetycznych powodują, że centra barwne w diamentach są jednym z potencjalnych kandydatów do fizycznej realizacji najprostszego dwupoziomowego układu kwantowego - kubitu. Znane są również pomysły zastosowania diamentu do ultraczulej metrologii np. przy detekcji pól magnetycznych o bardzo niewielkim natężeniu.

Podczas warsztatów mieliśmy również unikalną okazję do zapoznania się z problemami łotewskiego środowiska naukowego. Najważniejsze z nich to permanentne niedofinansowanie oraz trudności w nawiązywaniu współpracy z dominującymi jednostkami badawczymi w Europie. Ogromnym problemem jest również fakt, że duża liczba naukowców wyjechała z kraju w okresie transformacji ustrojowej, a młodzież, nie widząc dla siebie perspektyw w ojczyźnie, podąża w ich ślady. Działalność struktur Unii Europejskiej niewątpliwie pomaga w wymianie wiedzy i transferowi naukowego *know-how*. Należy jednak pamiętać, że budowanie silnej grupy naukowej trwa zazwyczaj kilka, a nawet kilkanaście lat. Mniejsze kraje takie jak Łotwa są po prostu zbyt biedne, by znaleźć się w europejskiej czołówce naukowej. Lokalni badacze nie tracą jednak nadziei i liczą na to, że imprezy takie jak konferencja DOC pomogą

im nawiązać rywalizację z krajami Europy Zachodniej oraz zbudować korzystny wizerunek tego kraju na arenie międzynarodowej.

Podsumowanie

Udział w konferencji DOC w Rydze członkowie Koła Naukowego Optyki i Fotoniki jednomyślnie uznają za duży sukces. Otrzymane nagrody są potwierdzeniem wysokiego poziomu badań prowadzonych przez członków Koła i umiejętności prezentacji ich wyników. Konferencja była doskonałą okazją do nawiązania kontaktów z młodymi naukowcami z całej Europy oraz, co szczególnie podkreślają młodszy studenci w Kole, stanowiła swoistą wprawkę przed późniejszymi wystąpieniami na bardziej prestiżowych konferencjach, pozwalając na zdobycie doświadczenia konferencyjnego w nieco mniej stresujących warunkach.

Spis literatury

DĄBROWSKI M., CHRAPKIEWICZ R., WASILEWSKI W., 2014. Statio-temporal properties of Stimulated Raman Scattering in warm rubidium vapours. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 10.

PARNIAK M., WASILEWSKI W., 2014. Coherent beams generation by four-wave mixing in rubidium vapours. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 6.

KOWALCZYK M., WASYLICZYK P., 2014. Fiber integrated optical microstructures. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 14.

CHRAPKIEWICZ R., WOJCIECH WASILEWSKI W., 2014. Quantum camera for multiphoton states imaging. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 15.

JACHURA M., KARPIŃSKI M., RADZEWICZ C., BANASZEK K., 2014. High-visibility nonclassical interference of photon pairs generated in a multimode nonlinear waveguide. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 16.

NAWROT M., ZINKIEWICZ Ł., WASYLICZYK P., 2014. Transmission phase gratings fabricated with direct laser writing as color filters in the visible. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 20.

KASPRZYCKI P., FITA P., GOŁOS K., 2014. Experimental study of two-photon absorption cross section measurements with reference sample. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 57.

BARTYLAK M., ZINKIEWICZ Ł., WASYLICZYK P., 2014. Impact of the intra-cavity power on the self-starting process in a passively mode-locked pulse laser. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 58.

PEĆCAK D., WASILEWSKI W., 2014. Raman atom-light interface in the presence of Doppler broadening. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 59.

ZINKIEWICZ Ł., WASYLICZYK P., 2014. Fibre Cavity Ring-Down Spectroscopy for detection of molecules in minute sample volumes. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 60.

PIWOWAR J., PAPIERSKA J., SAWICKI K., KOBAC J., PACUSKI W., GOLNIK A., KOSSACKI P., SUFFCZYŃSKI J., 2014. Photoluminescence properties of CdTe/ZnTe quantum dots in proximity to a surface. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 66.

BOGUCKI A., SMOLEŃSKI T., GORYCA M., KOPERSKI M., WOJNAK P., KOSSACKI P., 2014. Spectroscopic study of excitonic p-states in coupled pairs of CdTe/ZnTe quantum dots. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 67.

PIŁAT M., GORYCA M., JAKUBCZYK T., PACUSKI W., KOSSACKI P., 2014. Optical marking of single quantum dots by laser lithography. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 90.

CIĄCKA P., FITA P., RADZEWICZ C., 2014. Simultaneous low-noise measurements of ultrafast hydrogen transfer rate and coherent vibrational response in porphycenes. W: MARTINS BRUVELIS (red.). Developments in Optics and Communications 2014 & Laserlab III Training School for Potential Users. University of Latvia, Ryga, Łotwa. 88.